

# 地下工程施工新技术 论文集

毕孔耜 马玉龙 主编

53

9

煤炭工业出版社

€ 990029

TD26-J3

# 地下工程施工新技术论文集

毕孔耜 马玉龙 主编

煤炭工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

地下工程施工新技术论文集/毕孔相, 马玉龙主编. —  
北京: 煤炭工业出版社, 1998.10  
ISBN 7-5020-1650-3

I. 地… II. ①毕… ②马… III. 地下工程-工程施工-  
新技术-文集 IV. TU94-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 27100 号

**地下工程施工新技术论文集**

毕孔相 马玉龙 主编

责任编辑: 孙金铎

\*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京朝阳区霞光里 8 号 100016)

北京宏伟胶印厂 印刷

\*

开本  $787 \times 1092 \text{mm}^1/_{16}$  印张 19

字数 450 千字 印数 1-755

1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月第 1 次印刷

书号 4419 定价 35.00 元

**版权所有 违者必究**

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

## 编 审 委 员 会

主 任 毕孔耜

副主任 张胜利 安和人 陈湘生 赵洪波

委 员 王可敏 崔增祁 毛光宁 张荣立 李金柱 刘天宇

张 森 张运武 韩桂苓 刘国良 马志富 霍振学

徐立世 宗尚义 窦庆峰 周兴旺 杜奎良 胡振东

黄保国 王海山 孙忠英 马玉龙 王承源 李 昆

主 编 毕孔耜 马玉龙

审 校 毛光宁 马玉龙 王承源 李 昆

## 前 言

为促进煤炭基建企事业单位科技进步，提高整体素质和市场竞争能力，全国煤炭建设信息网于1998年10月召开了“建筑安装工程施工新技术交流会”，交流了有关井巷工程，铁路、公路、隧道工程，地面建筑及深基础工程，地质勘探与设计优化，管理工作等方面的新技术、新工艺、新产品及先进经验。我们从参加会议交流的论文中，选出61篇编辑成《地下工程施工新技术论文集》，供全国煤炭建设企事业单位及有关单位的同志们参考。“论文集”中包括了井巷工程方面的快速施工和冻结、钻井、注浆等特殊施工技术；地面建筑及深基础工程方面包括补偿收缩混凝土的开发应用、深基坑围护、烟囱模板施工技术；铁路及公路工程中包括上海过江隧道水土平衡盾构、黄桂公路隧道、晋阳高速公路的施工技术；地质与设计优化方面包括21世纪煤矿勘探新技术、许疃矿井优化设计实例等；综合管理方面有关设计总承包、施工招投标的探讨和建设项目管理信息系统的开发等。论文作者大多是长期在建设施工、科研、设计第一线的工程技术人员，论文内容丰富、翔实，图文并茂，有很大的实用和参考价值。

此外，1998年是原煤炭工业部基本建设司、规划发展司和中煤建设集团公司主办，煤炭工业矿井建设情报中心站编辑出版的《煤炭开发信息》创刊十周年。为纪念《煤炭开发信息》创刊十周年，我们将该报先后发表的有关统计资料，作了补充、整理，编成了1988~1997年煤炭基本建设施工技术经济指标参考资料，供有关单位参考。

《地下工程施工新技术论文集》在征文和编印过程中，有关领导和广大网员单位给予了极大的支持。在此，特致以真诚谢意。

由于时间紧迫和编者水平所限，不妥之处，望读者批评指正。



# 目 录

## 技 术 论 文

### 井巷工程

1. 提高凿井技术水平, 加快矿井建设速度…………… 马玉龙 毛光宁 (1)
2. 岱庄矿风井表土冻结段外壁月成井 191.6m 全国纪录…………… 彭新民 杨明福 (8)
3. 立井机械化施工月成井连续 6 个月超百米…………… 吴克绍 单卫雪 (15)
4. 龙湖矿井主井井筒快速施工…………… 杜 平 李 仁 刘源生 (22)
5. 付村矿主井箕斗硐室施工新工艺…………… 韩桂苓 刘国良 侯传付 苏维进 (28)
6. 平煤集团十一矿新副井井筒快速施工…………… 於伯祥 (32)
7. 深井筒地面预注浆快速施工技术…………… 张连明 孙玉超 (36)
8. 依靠科技进步 加快付村矿井建设…………… 田发明 (43)
9. 治理泥石流型断层破碎带的新技术…………… 饶崇俊 (45)
10. LM 系列反井钻机及其在地下工程建设中的应用…………… 刘志强 王 新 (48)
11. 钻井泥浆护壁及其参数的选择…………… 王承源 张 川 (54)
12. 深井综合注浆技术  
…………… 祝树红 徐 润 郑 军 李国强 吴晓山 邢士芳 刘国静 薄志丰 (59)
13. 粘土综合注浆技术的推广应用…………… 钱永鑫 (68)
14. 冻结管壁后充填粘土水泥浆技术的研究与应用…………… 孙玉超 (72)
15. 注浆法在地表水治理中的应用…………… 李志成 肖桂华 (76)
16. 立井单工作面预注浆与平巷开拓平行作业的实践…………… 朱兴明 (80)
17. 深井壁后注浆技术及应用  
…………… 李国强 郑 军 赵宏伟 徐 润 邢士芳 吴晓山 (86)
18. 筒子模滑升技术在斜硐混凝土衬砌施工中的应用…………… 王瑞甲 邓新云 (92)
19. 外锚内注式锚杆密实加固巷道围岩的应用…………… 朱学胜 (96)
20. 斜井表土段沉井法施工实践…………… 雷 风 张斗群 巴肇伦 (101)
21. 大流动度硅粉高强混凝土在冻结基岩段的应用  
…………… 刘国良 韩桂苓 侯传付 田发明 (105)
22. 城郊矿主井井筒冻结工程速快、质优、安全、效高  
…………… 谢述新 张书轩 黄建忠 闫云明 (108)
23. 光爆锚喷支护的经验与体会…………… 张双英 (113)
24. 孟巴矿立井施工…………… 王德忠 孟凡良 (119)
25. 光爆锚喷在苦竹林矿井施工中的应用研究…………… 姜学鸣 (125)
26. 锚喷支护技术在平顶山矿区的应用

|                                    |     |     |     |     |          |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| .....                              | 赵九江 | 刘丰泰 | 陶小伟 | 曹杰振 | (129)    |
| 27. 丰山铜矿副井延深的认识和实践 .....           | 欧阳华 | 孙留记 |     |     | (133)    |
| 28. 谢桥矿井松软围岩巷道损坏情况及修复措施 .....      |     | 刘冠登 |     |     | (139)    |
| 29. 大断面平巷钻爆法快速施工 .....             | 邓光辉 | 王者尧 |     |     | (148)    |
| 30. 膨胀软岩中断层破碎带的施工 .....            |     | 温中义 |     |     | (151)    |
| 31. 锚喷支护中几个问题的分析 .....             | 顾秀根 | 段绪华 |     |     | (154)    |
| 32. 立井井筒装备的安装工艺 .....              | 魏月喜 | 刘国良 | 田发明 | 侯传付 | (157)    |
| 33. 新型长寿命锚杆钻头的研制 .....             |     | 徐龙江 |     |     | (162)    |
| 34. 防止矿井井下钻孔施工突水自动止水装置的设计<br>..... | 袁辉  | 王国明 | 雷风  | 高岗荣 | 孙凯 (165) |
| 35. 城郊矿主井井筒冻结段快速施工经验与体会<br>.....   | 温中义 | 谢述新 | 曾凡伟 | 夏学红 | (168)    |
| 36. 三角高程测量代替水准测量方法 .....           |     | 王秉君 |     |     | (174)    |

## 铁路、公路、隧道工程

|                                      |     |     |     |     |       |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 37. 加快老木峪隧道施工速度的思路与实践 .....          | 周绍霞 | 钟晚成 |     |     | (177) |
| 38. 上海延安东路过江隧道南线泥水平衡盾构施工新技术<br>..... | 李昆  | 毛光宁 | 陈东海 | 徐发勇 | (183) |
| 39. 优质快速施工黄、桂公路隧道 .....              |     | 王祖辉 |     |     | (187) |
| 40. 风化泥页岩填筑路基在晋阳高速公路中的应用 .....       | 于侨  | 张保国 |     |     | (190) |
| 41. 北京地铁隧道水平冻结地层位移监测与分析 .....        | 崔海涛 | 张云利 |     |     | (194) |
| 42. 松软含水层中水平冻结孔的钻进 .....             |     | 吕继昌 |     |     | (198) |

## 建筑、深基坑工程

|                                    |     |     |     |     |           |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 43. 小直径烟囱无井架液压滑模施工 .....           | 何宗辉 | 林诚  |     |     | (201)     |
| 44. 邯郸大世界商城深基坑围护结构与施工 .....        |     | 任乐民 |     |     | (206)     |
| 45. 应用跟踪充填注浆技术控制基坑周围建筑物沉降<br>..... | 杨春满 | 高岗荣 | 孙凯  | 陈朝辉 | 刘金元 (211) |
| 46. 用降低地下水位法对建筑物纠偏 .....           |     | 柴建鲁 |     |     | (215)     |
| 47. 我国补偿收缩混凝土的开发应用 .....           | 游宝坤 | 陈富银 |     |     | (219)     |
| 48. 轻型钢屋架制作技术 .....                | 仇敏  | 易厦千 | 陈大峰 | 臧松  | (225)     |
| 49. FS系列混凝土防水剂的性能及其应用<br>.....     | 武新力 | 张秋生 | 张明明 | 夏云山 | (229)     |

## 地质勘探、设计优化

|                              |     |     |  |  |       |
|------------------------------|-----|-----|--|--|-------|
| 50. 跨世纪的煤矿勘探新技术 .....        | 毕孔超 | 王承源 |  |  | (233) |
| 51. 许疃矿井设计优化 .....           |     | 陈招宣 |  |  | (239) |
| 52. 水采矿井选煤厂煤泥水处理系统设计实践 ..... |     | 李梦昆 |  |  | (243) |
| 53. 许厂矿井选煤厂工艺流程的设计优化 .....   |     | 刘建华 |  |  | (247) |

## 综合、管理

54. 坚持改革 务实开拓——离柳矿区建设简介 ..... 张运武 (250)
55. 从蔚县矿区建设谈新井建设模式 ..... 梁庚宸 (253)
56. 对煤炭建设项目推行设计总承包与施工招投标的初步探讨 ..... 黄德发 (257)
57. 煤炭建设监理队伍发展现状及存在问题探讨 ..... 张钦邦 (261)
58. 煤炭建设项目管理信息系统的开发途径 ..... 张斗群 陈朝辉 雷 风 (265)
59. 依靠科学管理 加快城郊矿主井冻结工程进度  
..... 孙广建 谢述新 赵群华 (269)
60. 优化矿井设计、合理集中生产, 建设高产高效矿井  
..... 蒋立克 左文兵 逢 新 (272)
61. 提高基本建设投资效益的途径和方法 ..... 许爱年 (277)

## 纪念《煤炭开发信息》创刊十周年

- 纪念《煤炭开发信息》创刊十周年 ..... 煤炭工业矿井建设情报中心站 (280)
- 1988~1997 年煤炭基本建设施工技术经济指标参考资料 ..... (282)
- 一、1988~1997 年煤炭基建施工主要经济技术指标 ..... (282)
- 二、1988~1997 年井巷工作面平均月进度情况 ..... (283)
- 三、1988~1997 年井巷工作面最高月进度 ..... (284)
- 四、1988~1997 年新建矿井建设规模(直属、直供) ..... (290)
- 五、1988~1997 年井巷工程量完成情况 ..... (290)
- 六、1988~1997 年新建矿井开工项目 ..... (290)
- 七、1988~1997 年新建矿井建成投产项目 ..... (293)

# 1. 提高凿井技术水平，加快矿井建设速度

煤炭工业矿井建设情报中心站 马玉龙 毛光宁

**摘要** 立井井筒开凿工程的工程量不大，但其所占矿井建设总工期的比重却很大。近年来立井开凿技术有了很大的进步，平均月进度大幅度提高。本文回顾了近年来凿井技术水平的提高情况，分析了其原因，并列举一些实例，论述了立井施工机械化配套的主要内容，总结了立井快速施工的基本经验，说明了提高凿井技术水平，加快矿井建设速度的必要性和重要现实意义。

**关键词** 立井凿井 机械化配套

## 一、前言

立井是煤炭开采的一种主要开拓方式，近年来新建矿井中立井约占开工矿井总数的45%。随着沿海平原地区新区的建设和煤炭开采向深部发展，立井开拓方式所占比重还会增加。

立井凿井的施工技术复杂，工作场所狭窄，作业环境恶劣，而且经常会受地质情况变化、井下涌水、煤层瓦斯突出等自然条件的影响并威胁安全生产。因而，其工程量虽然仅占全矿井井巷工程量的5%，但其建设工期往往占全矿井建设总工期的40%以上。随着设计优化，高产高效矿井的建设，运输大巷多布置在煤层中而少掘岩石巷道，这一矛盾更加突出。因此，为了缩短建井工期，加快建设速度，尤其是面对市场经济的发展和国家投资改为银行贷款后，为使矿井早日投产，发挥投资效益，首先必须提高凿井技术水平，加快立井建设速度，就具有重要的现实意义。

## 二、我国凿井技术水平

近年来，我国煤矿凿井技术面貌发生了巨大的变化，技术水平和平均月进度有了大幅度的提高，在加快矿井建设中起到了重要作用。这些成绩主要表现在以下几方面：

(1) 全国立井月成井速度迅速提高。新建立井平均月成井速度1974年仅为16.4m/月，1984年提高到29.26m/月，增长了78.4%；1989年为28.9m/月。1994年为39.44m/月，又比1984年和1989年增长了35%和36%；1997年达到45.43m/月，又比1994年提高了15.2%，比1974年提高了177%。这与斜井、岩巷平均月进度多年来徘徊在60m左右形成了很大的反差。

(2) 涌现出大量快速施工新纪录。据不完全统计，1974~1985年立井成井月进度有25次突破100m/月，最高月成井183.3m（表土冻结段）；1986~1996年又有23次突破100m/月，最高月成井201m；1997年更有24次突破100m/月，最高月成井156m；1998年到3月底止有3次突破100m/月，最高月成井191.6m（由中煤一公司第三十一处施工，

刷新了全国表工冻结段外壁月成井最高纪录)。值得指出的是月成井超过百米的纪录分布面很广,如鸡西、双鸭山、七台河、铁法、平庄、阜新、开滦、宣化、窑街、鹤壁、平顶山、兖州、枣庄、淮南、淮北、丰城等矿区都出现过。同时,连续几个月超百米也屡见不鲜,如宣东二号井基岩段 1997 年 8 月至 1998 年 2 月连续 6 个月月成井超过百米,平均月成井 121.2m;许昌梁北矿、七台河龙湖矿均出现过连续 3 个月月成井超过 100m 的纪录。更令人鼓舞的是中煤第五建设公司在承建摩洛哥杰拉达 3 号井和孟加拉巴拉普利亚副井工程中,先后创出了月成井 106.5m、107.6m 和 115.1m 的水平,显示了我国凿井技术水平,赢得了好评。

(3) 井筒施工平均速度加快,工期大为缩短。由于立井快速施工,使全井筒的平均月成井速度加快,当年开工当年到底的立井井筒工程时有出现。峰峰大淑村副井 688m 深,当年开工当年到底,平均月成井 77.34m。小恒山西风井的平均月成井速度 84.8m,平顶山十三矿副井平均月成井达 78m,杰拉达 3 号井平均月成井达 81.3m,宣东二号副井平均月成井达 108.3m。与此同时,工期也大为缩短,鹤壁冷泉矿主、副井由于都创出月成井百米水平,全井平均月成井为 49.2m 和 42.7m,工期比定额工期提前了 15.16 个月和 14.02 个月。宣东二矿副井比合同约定的 65m/月提高了 66.6%,工期提前了 6 个月,仅利息一项就节省了一千万元,全矿井 3 年建成,预计可节省投资近 1 亿元。

(4) 凿井机械与工艺配套不断完善和提高。在 1974~1984 年三部立井掘进机械化配套科研攻关会战取得近百项成果的基础上,1985 年以后又涌现了不少新技术、新设备,如砌壁系列化模板、自动上料计量的混凝土搅拌站,大型通用抓斗、伞架改进、注浆孔定向钻进、综合注浆法等,初步形成了我国独具特色的凿井技术,为快速施工创造了有利的条件。

这些成绩的取得是很不容易的,首先是领导的重视和广大职工、工程技术人员努力,在长期的凿井实践中,依靠科学技术和职工的创造力,不断革新,大力推广新技术的结果。其次是改革开放以来,基本建设深化改革,执行了项目法、投资拨改贷、建设监理等一系列新政策,解放了生产力,简化了管理层次,责权利集中在项目部,改进了分配制度,极大地调动了广大建设职工的积极性。第三,是在煤炭、冶金、机械三部立井掘进机械化配套科研会战取得近百项成果的基础上,大力推广,不断完善,淘汰了一些不实用的项目,补充、完善了一些效果好的项目,同时又新研制、开发了一批项目,使凿井机械化配套的内容逐步走向完善。

### 三、我国快速凿井经验

近年来快速凿井的经验证明,凿井工程必须依靠科学技术,组织机械化配套,加强科学管理,才能不断地提高我国煤矿凿井的技术水平,进一步加快矿井建设速度。

综观一些月成井 100m 以上凿井实例的经验(见表 1-1),大体可归纳为以下几方面:

(1) 合理确定作业方式和循环图表,既是选择机械化配套的基础条件,也是保证工程进度的必要条件。应根据立井井筒的水文、地质条件,施工合同的要求,队伍素质和经验,可获得的凿井设备,施工管理水平等多种因素,综合考虑。确定是用短掘短砌混合作业,还是大段高掘砌作业。短掘短砌混合作业方式,不需要临时支护,部分作业可以平行交叉作业,辅助作业相对减少,工时利用率较高,因而,80 年代以来得到广泛的应用。

表 1-1 立井施工机械化配套的主要内容实例

| 序号 | 立井名称                         | 技术特征                               | 提升系统                                                                            | 凿岩爆破系统                                                                                | 装岩排矸系统                                                   | 井壁支护系统                                                               | 辅助设施                                                                                                                                | 月成井水平                                                                                          |
|----|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 鸡西滴道东风井 (鸡西矿务局工程处施工)         | 净径 5m, 井深 683.5m, 混凝土井壁, 厚 350mm   | Ⅲ型金属凿井井架, 底部加高 2m。JK2.5 型提升机 2 台, 2m <sup>3</sup> 吊桶 3 个                        | YT27 气动凿岩机 18 台, 3.7m 长成品钎杆, 炮眼深 3.5m, 循环进尺 3.14m, 爆破效率 89.7%                         | 0.6m <sup>3</sup> 长绳悬吊大抓斗, 地面 6 台 2m <sup>3</sup> V 型翻斗车 | 3 块 2 缝 1 铰式液压脱模活动模板, 高 5m, 60m <sup>3</sup> 自动上料储料保温仓, 800L 搅拌机 2 台 | JBT-62-6 型通风机, 8、10、16t 稳车 15 台, 3 层吊盘, QS20-75/5-7.5 潜水泵 5 台                                                                       | 3 掘 2 砌成井 10m (软岩), 5 掘 3 砌成井 150m (硬岩)。1992 年 5、6、7 月分别月成井 201m, 140m 和 120m                  |
| 2  | 摩洛哥杰拉达 3 号井 (中煤第五公司施工)       | 净径 6.8m, 井深 785m, 混凝土井壁, 厚 500mm   | V 型凿井井架, JKZ2.8/15.5 和 JK2.5/20 型提升机各 1 台, 4m <sup>3</sup> 和 2m <sup>3</sup> 吊桶 | FJD9A 伞形钻架, 配 YGZ70 凿岩机 6 台, 4.5m 长钎杆, φ55mm 钎头, 直眼分段挤压掏槽, 眼深 3.8~4.0m, 百毫秒延期雷管, 水胶炸药 | HZ6A 中心回转抓岩机, 座钩式自动翻矸, 矸石落地, 汽车排矸                        | 整体移动金属模板, 高 3m, JQ1000 强制搅拌机 2 台, 杠杆式电磁自动计量上料装置                      | KJTX-JX-1 井筒通讯信号机, JZ 系列稳车 12 台, 3 层吊盘, SZ 激光指向仪, 4-58 潜井风机, KSF-800 可伸缩胶质风筒, 压缩空气、供水管、风筒井壁悬吊                                       | 全员 122 人 (井下 42 人), 1990 年 3 月成井 106.4m, 1990 年 11 月 16 日至 12 月 16 日, 成井 107.6m, 全井平均月成井 81.3m |
| 3  | 兖州济宁三 号井主井 (兖州矿务局第 32 工程处施工) | 净径 7.5m, 井深 619.3m, 混凝土井壁, 厚 550mm | V 型凿井井架, 2JK3.5/20、JK2.5/20 型提升机各 1 台, 3m <sup>3</sup> 、2m <sup>3</sup> 吊桶      | 03-11 风镐, 改进 YT24 凿岩机破岩 (土)                                                           | 0.6m <sup>3</sup> 长绳悬吊抓岩机, 座钩翻矸, ZL50 装载机和 KBZ12 型自卸汽车   | 金属刃脚模板, 3.25m 高, φ108mm 管子下料                                         | JZ、2JZ 系列稳车, 多功能 3 层吊盘, 80DGL75×10 吊泵, BQF50/25 潜水泵, 4-58-12 潜井风机, φ900mm 玻璃钢风筒, KJTX-SX-1 信号机, 无线电对讲机, DJZ-1 深井激光仪, DS-2TD-1 立井照明灯 | 1993 年 8 月冻结段月成井 145.5m, 全井平均月成井 46m。装备基本相同的副井、风井分别创出过月成井 125.1m 和 150.88m                     |

续表

| 序号 | 立井名称                    | 技术特征                                         | 提升系统                                                                                | 凿岩爆破系统                                                                       | 装岩排矸系统                                                  | 井壁支护系统                                                                                                     | 辅助设施                                                                            | 月成井水平                                                                                                    |
|----|-------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | 枣庄付村副井 (中煤第五公司3处施工)     | 净径 8.0m, 井深 542.7m, C28 混凝土井壁, 厚 350 ~ 450mm | JKZ2.8/15.5、2JK3/11.5 型提升机各 1 台, IV 型凿井井架, 4m <sup>3</sup> 、3m <sup>3</sup> 吊桶      | FJD9A 伞形钻架, YGZ70 凿岩机, 7330 水胶炸药, 深孔减震光面光底爆破, 眼深 3.8m                        | 0.6m <sup>3</sup> 长绳悬吊抓岩机, 座钩自动翻矸, 8t 自翻汽车排矸            | MJY 单缝液压脱模整体下行金属模板, 3 台 JZ <sub>2</sub> 稳车地吊悬吊, 2m <sup>3</sup> 底卸吊桶和 $\phi 109$ mm 管路下料, JQ1000 强制搅拌机 2 台 | 3 层吊盘, JBT 局部通风机 2 台并联, KSF900 风筒, 80DGL50 $\times$ 15 吊泵, 5L-40/8 压风机 3 台      | 1993 年 10 月成井 120.1m, 全井平均月成井 43m, 其中基岩段 54m                                                             |
| 5  | 平顶山十三矿副井 (平顶山矿务局建井3处施工) | 净径 7.5m, 井深 647m, C23 混凝土井壁, 厚 500mm         | V 型钢管凿井井架, 2JKZ3.6/15.5 和 JK2.5/20 型提升机各 1 台, 配 4m <sup>3</sup> 、3m <sup>3</sup> 吊桶 | 古河 ZC-3426 四臂伞钻, 眼深 4m, 循环进尺 3.75m, 爆破效率 93.7%, T200 水胶炸药, 8 号复铜百毫秒延期雷管      | HZ-6 中心回转抓岩机, 8t 自卸汽车排矸, 能力 60m <sup>3</sup> /h, 座钩自动翻矸 | 3 台稳车地面悬吊的 YJM3.5 整体金属模板, 混凝土搅拌机 (自动计量), 能力 50m <sup>3</sup> /h, 一掘一砌循环作业                                  | NBD250/50 吊泵, D80-30 $\times$ 9 卧泵, DJZ 激光指向仪, KJTX-JX-1 井筒通讯信号机, 防爆照明灯, 电视监控系统 | 1994 年 9 月成井 137.8m, 连续 6 个月平均月成井 78m (施工人员 118 人)                                                       |
| 6  | 窑街海石湾副井 (甘肃煤炭第一工程公司施工)  | 净径 7.0m, 井深 783m, C28, 混凝土井壁, 厚 450mm        | 组合梁腿金属井架 (永久), JKZ2.8/15.6 型凿井提升机, 座钩式翻矸, 4m <sup>3</sup> 吊桶                        | FJD6 型伞钻, YGZ-50 凿岩机, $\phi 55$ mm 钻头, 4.6m 长钎杆, T330 水胶炸药, 毫秒延期电雷管, 眼深 3.8m | HZ-6 型中心回转抓岩机, 地面 3 台自卸汽车排矸                             | JZC500 型搅拌机 2 台, 2m <sup>3</sup> 底卸吊桶 2 个, 高 3m 液压伸缩式金属模板, ZX50、FHZ65 振捣棒各 2 台, UNF-II 减水剂                 | JZ、2JZ 系列稳车 13 台, BQF-III 风泵 2 台, JBT-62-2 通风机 2 台, $\phi 800$ mm 橡胶风筒          | 1996 年 12 月成井 123.88m, 连续 8 个月平均月成井 74m, 全队 101 人 (井下 46 人)                                              |
| 7  | 宣化宣东二号副井 (中煤第五公司3处施工)   | 净径 6.5m, 井深 850.3m                           | $\phi 2.8$ m 及 $\phi 2.5$ m 提升机各 1 台, 4m <sup>3</sup> 及 2.5m <sup>3</sup> 吊桶        | FJD6 型伞钻, 配 YGZ70 型气动凿岩机, 眼深 4.2m, 循环进尺 3.7m, 钎杆长 4.5m                       | HZ-6 及 HZ-4 型中心回转抓岩机各 1 台, 同时作业                         | JQ1000 强制搅拌机 2 台, 电磁式自动计量上料搅拌站, 金属刃脚整体模板, 高 3.6m, 气动混凝土输送泵                                                 | 稳车 13 台, 集中控制                                                                   | 1997 年 9 月至 1998 年 2 月成井 729.3m, 连续 6 个月分别成井 103、146、130.8、120、116、104.3m, 平均月成井 121.2m, 全井筒平均月成井 108.3m |

目前,除个别单位偶而采用大段高掘砌作业外,几乎都采用混合作业方式。

正规循环作业是规范操作工序、保证工程进度的最重要的措施。一般来说,多采用一掘一砌循环,即掘进一个段高,马上砌壁一个段高。由于地质条件、钻眼机具、模板高度的限制,鸡西滴道东风井曾在软岩中采用了3掘2砌成井10m的大循环,在硬岩中采用5掘3砌成井15m的大循环取得了很好的效果。

(2) 提升系统要保证有充分的排矸能力。V型和新IV型凿井井架已广泛应用,有条件的地方还利用永久井架供凿井使用,并取得了成熟的经验。

专用凿井提升机有JK2.5/20、JK2.8/15.5、2JKZ3.0/15.5和2JKZ3.6/15.5几种机型可供选用,后两种可供双钩提升,调绳系统可靠、方便。两套提升系统是我国凿井的一大特点,配以2、3、4m<sup>3</sup>吊桶,一般均能满足50m<sup>3</sup>/h的提升能力。

(3) 凿岩系统应满足中深孔光面爆破的要求。现有FJD6、FJD6.7和FJD9A几种伞形钻架可供使用。伞形钻架的研制成功为中深孔光面爆破技术的推广应用提供了有效的设备。这些伞架均配备YGZ-70型导轨式独立回转凿岩机,扭矩大,不会夹钎。没有伞钻的单位多使用YT-27、YT-24型手持凿岩机打中深孔炮眼,也取得了好效果。如铁法三台子立井,用外形与3m<sup>3</sup>吊桶一样的吊笼,双侧开门,打眼时将凿岩机、钎杆、梯子、脚手板装入吊笼下放至井下,然后打开双侧门取出工具,用吊笼作打眼工作平台(高2.5m),对于打中深孔炮眼起到了很有效的作用。

(4) 装岩排矸系统,主要使用HZ-6中心回转抓岩机和长绳悬吊抓岩机,配以增力矩或大型通用抓斗,可靠性、耐用性有了明显提高,一般装岩能力可维持在40~50m<sup>3</sup>/h。宣东二号副井使用了HZ-6和HZ-4中心回转抓岩机各1台,抓岩能力比1台HZ-6抓岩机提高了50%以上,保证了排矸的需要。矸石吊桶提升到地面后,经座钩式自动翻矸装置将矸石卸出,然后用自翻载重汽车排矸,其中,有经矸石仓直接装车的,也有矸石落地后用装载机装车的,还有利用地面轻轨、V型翻斗车排矸的。

(5) 井壁支护系统,主要是使用MJY(YJM)系列整体移动液压金属模板,多年来,几经改进,现已有36种不同直径、刃脚、高度的模板,而且一模可以多用,由于内、外壁变径井壁,有些单位自制模板的高度达4~5m,模板由地面3台稳车悬吊,有效地提高了一次砌壁高度。地面混凝土集中搅拌站,自动计量上料系统,都为快速施工发挥了积极作用,管子下料逐步为底卸式吊桶下料所取代。北京建井所开发的高频振捣器、分料器等,都是保证井壁混凝土质量的有效措施。

(6) 深孔光面爆破技术是立井掘进作业的一个关键工序,是提高循环进尺的有力保证。伞形钻架,配YGZ-70凿岩机,4.5m成品钎杆和 $\phi 55\text{mm}$ 十字钻头解决了打眼问题,水胶、乳化、高威力炸药,毫秒延期雷管、高精度毫秒雷管、电磁雷管、大功率发爆器等爆破器材,又解决了爆破问题。目前,一般炮眼深度可达3.6~4.2m,循环进尺3.3~3.8m,爆破效率约85%~92%,而且成形规整,效果比较理想。

(7) 辅助设施系统有了很大改进。随着立井施工机械化的发展,对凿井辅助设施提出了更高的要求。井内设备悬吊用的稳车已成系列,不仅有5t、10t、16t、25t单双卷筒稳车和40t稳车,而且10t单、双卷筒稳车还带有活动基础,安装、拆除都十分方便。使用3台稳车悬吊的3层吊盘,整体移动金属模板,实现了集中控制,同步运行。宣东二号井等还采用了井壁吊挂压气、供水管路及风筒,减少了稳车用量,简化了井筒布置。通风方

面新开发的 4-58-12 和 TFJ9-25 凿井风机, 风压风量可调, 低噪音, 节能的特点受到用户好评, 正在逐步取代常规巷道掘进用的 JTB-62-2 型局部通风机。玻璃钢风筒重量轻、寿命长, 比常规铁风筒更经济、耐用, 正在得到推广。同时, 橡胶风筒也在广泛应用。

此外, 排水用的高扬程吊泵、电动或气动潜水泵、隔膜泵, 立井专用隔爆照明灯, DJZ-II 型大功率深井激光指向仪, KJTX-SX-1 型煤矿井筒通讯与信号装置, 防爆抗噪音电话, LY 系列和 ZX-2 系列空压机循环冷却水节水、节电装置等, 都为快速施工中减少辅助作业占用工作面时间和充分发挥机械化威力, 提供了条件。

(8) 综合治理井下涌水, 为打干井创造了条件。几乎所有快速施工、创水平的立井都基本实现了打干井, 或井下涌水很少, 从而使机械化施工发挥了应有的作用。现有治理井下涌水的方法, 主要是注浆堵水, 根据井筒水文地质情况, 采取地面预注浆、工作面预注浆、壁后注浆, 使井底工作面基本无水。杰拉达 3 号井经注浆处理后全井总涌水量降低到  $0.54\text{m}^3/\text{h}$ 。近几年注浆孔定向钻进、利用粘土水泥浆液、高压少孔注浆技术, 有效地缩短了注浆工期, 提高了注浆质量和效果, 降低了注浆费用, 使人们对注浆的认识有了新的提高。对于井筒涌水不大, 或注浆后仍有少量涌水的立井, 采取截流、排水、导流、封堵等有效措施, 保持工作面在无水条件下作业, 这些综合治理井下涌水的措施也得到广泛应用。

(9) 科学施工管理, 转变机制, 执行煤炭基建深化改革的各项规定, 执行项目法人制, 责权利相结合, 由项目经理部直接负责工程施工, 把管理工作做到生产第一线, 各项后勤支持工作真正为生产第一线服务, 对于加快施工速度起到了很大作用。

建立约束机制, 严格施工管理。外部有甲方、建设监理、质量监督、上级管理部门, 内部有项目部各职能部门的管理, 内外结合, 相互促进。因而, 在安全生产、设备维修、质量跟踪、加快进度、控制成本等方面的各种岗位责任制, 都能落到实处。尤其是主要机械的包机制, 使操作人员和维修人员相结合, 平时维修好, 用时不出故障, 提高了机械利用率和使用效率, 这一点在伞架、抓岩机、提升机、稳车等方面效果十分明显。

强化激励机制, 减人提效, 奖勤罚懒, 极大地调动了职工的积极性。中煤一公司近两年每年用 80 万元奖金奖励在快速施工创水平上成绩突出的施工队, 全公司承建的 25 个立井, 平均进度从 1996 年的  $53.68\text{m}/\text{月}$  提高到 1997 年的  $71.6\text{m}/\text{月}$ , 仅 1997 年就有 11 个月(次)月成井突破百米。平顶山十三矿副井施工中, 实行了工序计时, 工时考核, 零点利润核算, 班组核算效益工资, 以及小指标竞赛活动, 并规定了具体的奖罚办法, 当月兑现, 激发了职工的劳动热情, 保循环、保质量、保安全、争速度蔚然成风。

(10) 坚持正规循环作业, 改进劳动组织。正规循环作业是立井施工的核心和纲领, 生产第一线必须严格按照循环作业规定的任务按时、按质完成任务, 或争取提前完成任务, 来保证正常的施工进度。这就需要根据实际情况, 合理调整劳动组织。

劳动组织上, 一般按工种、工序划分为凿岩爆破、出矸找平、立模砌壁、出矸清底 4 个专业班, 实行滚班制, 按工序交接班, 按工种定人、定位、定时、定任务、定质量, 并将完成的工程数量和质量情况与分配、奖励挂钩, (即按量计分, 按分计资, 超额加分, 欠尺扣分, 当班核算, 月末兑现)。与此同时对伞钻、抓岩机、搅拌机、提升机等主要机械实施包机制, 平时维修保养, 用时正常作业。滚班制虽不够合理, 但在短期内为了快速

施工，还不失为一种较合适的工作制度，如果真正能按循环作业图表工作，滚班制的缺点也不是很明显的。

总之，近几年立井井筒的施工技术水平有了很大的提高，有关人士评论我国煤矿立井施工技术水平已进入世界先进行列，也是有道理的。因为近年来南非、加拿大等凿井技术领先的国家平均月成井速度约为 110m 左右，而国外凿井机械设备近几年也没有新发展。此外，由于加强与国外交流和承包国外工程，在施工管理上也正与国际并轨。我们相信，随着凿井技术水平的提高和凿井经验的积累，我国煤矿凿井技术还会进一步发展，进度也可能再提高，从而为加快矿井建设速度做出更大的贡献。

**作者简介：**马玉龙，1940 年生，1963 年毕业于北京矿业学院建设系矿山企业建筑专业，高级工程师。长期从事煤炭建井科研、建设监理和建井情报工作，现任煤炭工业矿井建设情报中心站副站长，全国煤炭建设信息网常务副理事长。

**通讯地址：**北京市和平里煤炭科学研究总院北京建井研究所。

**邮政编码：**100013。

## 2. 岱庄矿风井表土冻结段外壁月 成井 191.6m 全国纪录

中煤第一建设公司第三十一工程处 彭新民 杨明福

**摘要** 本文详细介绍了中煤第一建设公司第三十一工程处在济宁北岱庄矿风井表土段施工中,采用立井机械化配套设施,应用新技术、新工艺,组织快速施工的施工方法、施工工艺、劳动组织及现场的科学管理,刷新了全国表土冻结段外壁成井全国纪录。

**关键词** 立井 表土冻结 外壁 快速施工 全国纪录

### 一、概 况

山东淄博矿务局济北矿区岱庄矿是设计生产能力 1.5Mt/a 的现代化大型矿井,工业广场内布置有主、副、风三个立井井筒,其中风井井筒由中煤第一建设公司三十一工程处施工、中煤建协岱庄监理部监理。施工中,由于配备了先进的机械化配套设施,采用了先进的施工工艺,经精心组织、科学管理,于 1998 年元月 26 日至 2 月 25 日创出了冻结段外壁掘砌 191.6m 的好成绩,经建设单位、施工单位、监理单位、矿区质量监督站联合验收,山东煤炭工业管理局受部委托组织有关单位进行了复验,认为验收进尺属实,工程质量优良。经煤炭科学技术信息研究所检索确认,打破了煤矿立井井筒冻结段外壁掘砌全国纪录。

风井井筒设计全深 460.6m,净直径 5.0m,其中表土段采用上部加辅助孔的差异冻结法施工,冻结深度 290m/315m,井壁采用双层钢筋混凝土结构,外壁厚 400~450mm,技术特征见表 2-1。

井筒穿过第四系冲积层,厚 276.0m,主要由粗、中、细、粉砂,粘土,砂质粘土组成。其中砂层厚度共 121.1m,占该系地层总厚的 43.88%,粘土厚度共 109.95m,占该系地层总厚的 39.84%,粘土层膨胀性较强,粗、中砂较松散。

### 二、施工装备

根据井筒技术特征,依照冻结段和基岩段的施工工艺和进度要求,同时为满足井筒到底后立转平改绞要求,选用了立井机械化配套设施,其主要配套设备见表 2-2。

### 三、施工劳动组织及施工工艺

#### 1. 劳动组织

冻结表土段施工,井下作业人员采取“四六”作业制,井上辅助人员采取“三八”作业制。两个班完成一个掘砌循环,平均循环时间 12.4h,掘砌圆班劳动力配备见表 2-3,

表 2-1 井筒表土段技术特征

| 项 目     | 单 位              | 技 术 特 征                |
|---------|------------------|------------------------|
| 井筒深度    | m                | 460.6                  |
| 表土层厚度   | m                | 276                    |
| 冻结深度    | m                | 315/290                |
| 净直径/净断面 | m/m <sup>2</sup> | 5.0/19.6               |
| 井壁结构    |                  | 钢筋混凝土                  |
| 井壁厚度    | mm               | 内壁 400~500, 外壁 400~450 |
| 掘进断面    | m <sup>2</sup>   | 34.2~38.5              |

表 2-2 主要配套设备表

| 设 备 名 称  | 规 格 及 型 号                                               |
|----------|---------------------------------------------------------|
| 凿井井架     | Ⅳ改型钢管井架                                                 |
| 主提升绞车    | 2JK-3.5/11.5                                            |
| 副提升绞车    | XKT1×2×1.5B-20                                          |
| 吊桶       | 3m <sup>3</sup> 、2m <sup>3</sup> 、1.6m <sup>3</sup> 底卸式 |
| 凿井绞车     | JZ 系列凿井绞车 15 台                                          |
| 金属模板     | 高刃脚单缝液压伸缩整体下移式, 直模板高 3.0m, 凸台式斜面接碴模板 0.3m, 刃脚模板 1.0m    |
| 搅拌机、计量设备 | JS-500 型强制式搅拌机, PL800 型自动配料机                            |
| 装载机      | ZL50D 型装载机 (上料、装矸)                                      |
| 排矸汽车     | 9t 自卸汽车                                                 |
| 井筒通信     | KJT <sub>2</sub> -SX-1 型                                |
| 局部通风机    | JBT62-2                                                 |
| 压风机      | 4L-40/8, 4L-20/8                                        |
| 吊盘       | φ4.7m, 二层                                               |

表 2-3 冻结段掘砌井下人员配备表

| 工 种   | 掘进班  | 砌壁班  | 圆班人数 | 工 种    | 掘进班 | 砌壁班 | 圆班人数 |
|-------|------|------|------|--------|-----|-----|------|
| 掘进工   | 2×30 |      | 60   | 井下把钩工  | 2×2 | 2×2 | 8    |
| 砌壁工   |      | 2×30 | 60   | 工作面信号工 | 2×2 | 2×2 | 8    |
| 吊盘信号工 | 2×2  | 2×2  | 8    | 合 计    | 72  | 72  | 144  |

掘砌循环图表见图 2-1。

## 2. 施工工艺

冻结表土段施工采取短段掘砌平行交叉混合作业方式。

### (1) 掘进。